

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Modul 4

CT für (angehende) Grundschullehrkräfte: Besonderheiten, Ansätze und praktische Lösungen

Autoren: Universität Paderborn (Deutschland)

Prof. Dr. Claudia Tenberge

Prof. Dr. Carsten Schulte

Hannah Gutleben

Martha Jäker

Lina Nordemann

Michael Lenke

Rezensenten:

Alessia Valenti (CESIE),

Vaida Masiulionytė-Dagienė (VU)

Externe Rezensenten:

Alberto Biondo (Italien),

Tapio Salakoski (Finnland)

Pilotierung:

CARDET (Zypern), University of Paderborn (Deutschland), Vilnius University (Litauen),

Design (icons):

Vaidotas Kinčius (Litauen)

Die Gliederung basiert auf der Arbeit im Rahmen des Projektes “Future Teachers Education: Computational Thinking and STEAM” (TeaEdu4CT). Koordination: Prof. Valentina Dagienė, Universität Vilnius, Litauen. Partner*innen: Technische Universität Wien (Österreich), CARDET (Zypern), Universität Tallinn (Estland), Universität Turku (Finnland), Universität Paderborn (Deutschland), CESIE (Italien), Radboud University (Niederlande), Königliche Technische Hochschule (Schweden), Universität Ankara (Türkei). Das Projekt erhält eine Kofinanzierung durch das Erasmus+-Programm KA2.

TeaEdu4CT Projekt (Grant-Nr. 2019-1-LT01-KA203-060767) 2019 Lizenz erteilt.



Inhalt

	Allgemeiner Überblick und Zielsetzung	3
	Zielgruppe und Voraussetzungen	3
	Lernergebnisse	3
	Modulplan und didaktische Ansätze	4
	Einheiten und Übungen	6
	Lernmaterial	29
	Anmerkungen	30
	Bewertungsanforderungen und -methoden	31
	Ideen für die Umsetzung	31
	Literatur	33



Allgemeiner Überblick und Zielsetzung

ZIEL

Ziel des Moduls ist es, konzeptionelle Entwicklungen und spezifische praktische Elemente in die Ausbildung von Grundschullehrkräften zu integrieren. Zu diesem Zweck entwickeln und erproben die Studierenden unter Berücksichtigung konstruktivistischer Lehr-/Lerntheorien forschungs- und erfahrungsbasierte Ansätze zur Umsetzung von CT im Grundschulunterricht am Beispiel von Robotern. Sowohl die Unterrichtsplanung als auch deren Umsetzung werden detailliert reflektiert.



Zielgruppe und Voraussetzungen

Pädagogische Konzeption / Zielgruppe

Das Modul ist für bis zu 25 Studierende des Grundschullehramts (im Folgenden „Studierende“ genannt) konzipiert. Es müssen keine spezifischen Voraussetzungen erfüllt werden, allerdings sollten die Teilnehmenden didaktische Grundkenntnisse besitzen, da sie selbst Unterricht planen und durchführen sollen. Alternativ kann der Lehrgang auch zur Fortbildung von bereits praktizierenden Grundschullehrkräften genutzt werden. Da viele der verwendeten Texte in Englisch verfasst sind, werden mittlere englische Sprachkenntnisse benötigt, falls die Texte nicht in die Landessprache übersetzt werden.

Schlagwörter

Kompetenzrahmen

Zuordnung zu DigiCompEdu und den beruflichen Kompetenzstandards der Lehrkräfte

Grundschullehramtsstudierende

Computational Thinking

Robotik

forschungs- und erfahrungsbasierte Übung



Lernergebnisse

Grundschullehrkräfte benötigen Kenntnisse über den Ansatz von CT, Informatik sowie deren pädagogische Funktionen und Ziele im Rahmen der Schule, um die Vorteile von CT für den Unterricht nutzen zu können (Schulte & Budde 2018; Bell & Duncan 2018; Magenheim et al. 2018). Zu diesem Zweck werden Lernergebnisse in den folgenden drei Bereichen angestrebt:

- Konzeptuelle Kompetenzen
 - Die Studierenden verstehen das Konzept CT sowie dessen Verbindung zu Lernzielen und Lehrplänen der Fächer und Inhalte der Grundschule.
 - Die Studierenden kennen verschiedene Möglichkeiten und Grenzen von CT.

TeaEdu4CT

- Pädagogische Kompetenzen
 - Die Studierenden planen und entwickeln Ansätze und Hilfsmittel zur Integration von CT in den Unterricht und setzen diese in der Praxis um.
 - Die Studierenden reflektieren den Unterricht aus fachlicher und didaktischer Perspektive.
 - Die Studierenden lernen an die Vorerfahrungen der Schüler*innen anzuknüpfen, indem sie ihre eigenen Erfahrungen reflektieren.
 - Die Studierenden sind sich vor dem Hintergrund konstruktivistischer Lehr-/Lerntheorien und CT der Relevanz der Aktivierung des Vorwissens der Schüler*innen bewusst, um dieses (Vor-)Wissen weiterzuentwickeln und bei Bedarf einen *conceptual change* (Konzeptwechsel) herbeizuführen.
- Motivationale Kompetenzen
 - Durch erfolgreiche praktische Erfahrungen mit CT-Ansätzen und Digitalisierung in der Grundschule werden die Studierenden motiviert in zukünftigen Projekten digitale Möglichkeiten zu nutzen und entwickeln die dafür nötige Selbstwirksamkeit.



Modulplan und didaktische Ansätze

Das Modul umfasst 13 Sitzungen à 90 Minuten. Es empfiehlt sich eine 14. Sitzung als Reserve einzuplanen, falls einige Diskussionen mehr Zeit in Anspruch nehmen als eingeplant.



TeaEdu4CT

Sitzung 1: Einführung und Pre-Test

- Einführung in Computational Thinking und Lernroboter aus (bildungs-)politischer und pädagogischer Perspektive

Sitzung 2: Problemlösen in der digitalen Welt

- Überblick über aktuelle Ansätze zur Umsetzung digitaler Bildung in der Grundschule

Sitzung 3: Computational Thinking

- Diskussion des Textes: Marquardt und Autenrieth (2019): Neue Formen des digitalen Lernens
- Diskussion des Textes: Barendsen und Bruggink (2019): Het volle potentieel van de computer leren benutten (Lernen das volle Potenzial des Computers zu benutzen)
- Verschriftlichung bebildeter Anweisungen („KVICK SÖRT“)

Sitzung 4: Reflexion der bisherigen Aufgaben

- Diskussion der Ansätze zur Verschriftlichung der „KVICK SÖRT“-Anweisungen
- Computer als Problemlöser vs. Computer als Hilfsmittel zur Problemlösung, Super Bug, Mensch-Maschine-Interaktion
- Verschiedene Ebenen zur Formulierung von Anweisungen (für Menschen – PseudoCode – Code)

Sitzung 5: Einführung Lernroboter

- Erkundung der Homepage und Spielen des Spiels „LightBot“
- Diskussion der Konzepte „Computational Thinking“ und „Programmieren“ am Beispiel des „LightBots“

Sitzung 6: Aspekte von Lernrobotern

- Kennenlernen verschiedener Lernroboter („Blue-Bot/Bee-Bot“, „Roberta“ (Ronjas Roboter), „Ozobot“)
- Analyse der Lernmöglichkeiten der verschiedenen Lernroboter anhand vorgegebener Aspekte (Adamina & Hild 2019)

Sitzung 7: Reflexion der bisherigen Aufgaben

- Verschiedene Perspektiven auf den Begriff „Programmieren“
- 5 Kategorien des Programmierens (Thune & Eckerdal 2009)
- Programmieren & Computational Thinking
- Persönliche Erfahrungen der Studierenden mit den Lernrobotern

Sitzung 8: Rolle der Bauweise & -teile von Robotern

- Problemlösen mit vertiefter Betrachtung technischer Aspekte
- Information über bevorstehende Aufgabe: Entwicklung, Überprüfung und Erprobung von Unterrichtssequenzen für Grundschulkindern mit Lernrobotern

Sitzung 9-11: Unterrichtsplanung mit Lernrobotern

- Studierende entwickeln Unterrichtssequenzen in Form von Stundenverlaufsplänen mit Lernrobotern
- Peer-Feedback zu Planungen von Kommiliton*innen
- Studierende erproben ihre Planungen

Sitzung 12: Analyse der Unterrichtsstunden anhand theoretischer Gesichtspunkte

- (Bildungs-)Politische/Pädagogische Perspektive
- Problemlösekreislauf mit Fokus auf technische Aspekte
- Problemlösen mit Fokus auf CT-Modelle
- Gemeinsamkeiten & Unterschiede zwischen “Programmieren” und “Computational Thinking”
- Bauweise und -teile von Lernrobotern

Sitzung 13: Reflexion und Abschluss des Seminars

- Reflexion der Stundenverlaufspläne anhand zuvor behandelter Aspekte
- Reflexion des Seminars

**Einheiten und Übungen**

Aufgrund von Covid-19 mussten verschiedenen Änderungen der ursprünglichen Planung vorgenommen werden. Die größte Einschränkung bestand darin, dass persönliche Veranstaltungen nicht möglich waren, sodass das Modul auf ein digitales Format umgestellt werden musste. Im Zuge dessen wurden zum einen Videokonferenzen zum direkten Austausch genutzt und fanden zum anderen asynchrone Sitzungen statt, im Rahmen derer die Studierenden verschiedene Aufgaben anhand bereitgestellter Literatur bearbeiteten. Im Folgenden werden die Sitzungen dieses digitalen Formats beschrieben.

Die unterschiedlichen Teile der Sitzungen werden in folgende Kategorien unterteilt:

- Diskussion (die Studierenden diskutieren verschiedene Aspekte; der*die Lehrende moderiert die Diskussion)
- Input (der*die Dozierende präsentiert Folien und erklärt bestimmte Aspekte)
- Präsentation (die Studierenden stellen ihre Arbeit(en) vor)
- Aufgabe (die Studierenden bearbeiten – überwiegend selbstständig – vorgegebene Aufgaben)

Für jede Phase wird die ungefähr benötigte Zeitspanne angegeben – die tatsächlich benötigte Zeit hängt von den Teilnehmenden und deren Diskussionsverhalten ab.

Die Sitzungen finden entweder synchron in Form von Videokonferenzen oder asynchron statt. Im Rahmen der asynchronen Sitzungen erhalten die Studierenden Aufgaben, die sie innerhalb einer Woche bearbeiten und vor der nächsten Sitzung einreichen.

Die Veranstaltung wird mithilfe der Lernplattform „Moodle“ organisiert – hierüber stellt der*die Lehrende Präsentationen und Aufgaben bereit, laden die Studierenden ihre Abgaben hoch und kann via Nachrichtenfunktion kommuniziert werden. In einigen Sitzungen werden darüber hinaus sogenannte „Etherpads“ genutzt, die ebenfalls in Moodle integriert sind. Hierbei handelt es sich um leere Textdokumente, die alle Studierenden zeitgleich einsehen und bearbeiten können, wobei die Änderungen allen Teilnehmenden in Echtzeit angezeigt werden. Dieses Vorgehen eignet sich, um Fragen, Ideen und Ergebnisse der Studierenden zu sammeln.

The screenshot shows the Moodle interface for the course 'L.128.50112 Computational Thinking mit Lernrobotern & Co'. The sidebar on the left contains navigation links: 'Teilnehmer/innen', 'Bewertungen', 'Schreibtisch', 'Startseite', 'Kalender', 'Meine Dateien', and 'Meine Kurse'. The main content area has a header with the course title and a 'Bearbeiten einschalten' button. Below the header, there are sections for 'Ankündigungen', 'Modulübersicht', and 'Gruppeneinteilung, überarbeitet'. A text block explains the group assignment process: 'Hier finden Sie die Gruppeneinteilung der Seminarteilnehmer*innen in Experten- und Stammgruppen aus der 1. Sitzung. Wir werden im Laufe des Seminars immer auf diese Einteilung zurückkommen. Aus Datenschutzgründen sind nur die ersten Buchstaben des Nachnamens in der Liste zu sehen.' Below this, there are several items related to 'Abfrage Roboter-Ausleihe', each with a 'Für Teilnehmer/innen verborgen' label. The items include: 'Termine Roboter-Ausleihe', 'Termin Roboter Abgabe', 'Abstimmung Terminverschiebung der Sitzung am 07. Juli', and 'Roboter-Abgabe NEU'.

Abbildung 1: Für das Seminar genutzte Moodle-Plattform

Sitzung 1 (asynchron)

Leitgedanke dieser Sitzung:

Die Sitzung soll ausgehend von dem Wissen der Studierenden einen ersten Einblick in den Themenbereich „Lehren für die digitale Welt“ eröffnen. Die Themen sind den Studierenden bereits aus vorherigen Seminaren bekannt. Die Studierenden aktivieren ihr Vorwissen mithilfe eines Gruppenpuzzles (auch: Jigsaw-Methode).

Die Sitzung trägt zur Erreichung folgender Lernergebnisse bei:

- o Die Studierenden sind in der Lage an die Vorerfahrungen der Schüler*innen anzuknüpfen, indem sie ihre eigenen Erfahrungen reflektieren.
- o Die Studierenden sind sich vor dem Hintergrund konstruktivistischer Lehr-/Lerntheorien und CT der Relevanz der Aktivierung des Vorwissens der Schüler*innen bewusst, um dieses (Vor-)Wissen weiterzuentwickeln und bei Bedarf einen *conceptual change* (Konzeptwechsel) herbeizuführen.



Input: Organisation und Struktur (20 Min)

Zu Beginn erhalten die Studierenden einen kurzen Überblick über den Aufbau und organisatorische Aspekte des Seminars. Über das Etherpad haben sie die Möglichkeit Fragen zu stellen, die der*die Lehrende direkt im Etherpad beantwortet. Zusätzlich füllen die Studierenden einen Fragebogen über ihre Interessen und persönlichen Erfahrungen mit Robotern und Programmieren aus.

Arbeitsform: Einzelarbeit

TeaEdu4CT



Aufgabe: Einführung in verschiedene Themen im Zusammenhang mit Computational Thinking (Expert*innengruppen) (45 + 20 Min)



Diese Aufgabe wird in einer leicht abgewandelten Form des Gruppenpuzzles bearbeitet. Hierbei werden die Teilnehmenden in Stammgruppen eingeteilt, deren Mitglieder selbstständig je einen anderen Teilbereich eines Gesamtthemas bearbeiten. Daraufhin tauschen sich die Teilnehmenden in sogenannten Expert*innengruppen mit anderen, welche dieselbe Aufgabe bearbeitet haben, über ihre Ergebnisse aus. Abschließend kommen die Teilnehmenden wieder in den Stammgruppen zusammen, wo jede*r seine*ihre Aufgabe samt Ergebnissen vorstellt. Im Rahmen dieses Seminar werden die Studierenden in fünf Expert*innengruppen eingeteilt, die jeweils eine andere Aufgabe bearbeiten:

1. Recherche und Erstellen einer ersten Definition von Computational Thinking
2. Aspekte von CT im Grundschulunterricht (Medienkompetenzrahmen NRW)
3. Aspekte von CT im Grundschulunterricht (Perspektivrahmen Sachunterricht)
4. Persönliches Konzept von Robotern
5. Literaturarbeit zu Lernprozessen, insbesondere zu „conceptual change“

Jedes Gruppenmitglied lädt eine eigene Lösung der Aufgabe auf Moodle hoch. Die Studierenden können die Abgaben der anderen Mitglieder ihrer Expert*innengruppen einsehen.



Arbeitsform: Einzelarbeit



Anschließend lesen und kommentieren die Studierenden die Abgaben ihrer Gruppenmitglieder. Derart wird der Austausch innerhalb der Expert*innengruppen gewährleistet, sodass alle Expert*innen für ihren Themenbereich werden.

*Arbeitsform: Digitale Kommunikation innerhalb der Expert*innengruppen*

Sitzung 2 (Videokonferenz)

Leitgedanke dieser Sitzung:

Als Grundlage für den weiteren Verlauf des Seminars wird das Vorwissen der Studierenden anhand von fünf Aspekten diskutiert. Ergänzend werden neue Informationen zur Theorie und Praxis des Informatikunterrichts in der Grundschule eingebracht, um eine Basis zur Diskussion von Computational Thinking zu schaffen.

Die Sitzung trägt zur Erreichung folgender Lernergebnisse bei:

- o Die Studierenden sind in der Lage an die Vorerfahrungen der Schüler*innen anzuknüpfen, indem sie ihre eigenen Erfahrungen reflektieren.

- o Die Studierenden sind sich vor dem Hintergrund konstruktivistischer Lehr-/Lerntheorien und CT der Relevanz der Aktivierung des Vorwissens der Schüler*innen bewusst, um dieses (Vor-)Wissen weiterzuentwickeln und bei Bedarf einen *conceptual change* (Konzeptwechsel) herbeizuführen.



Aufgabe: Einführung in verschiedene Themen im Zusammenhang mit Computational Thinking (Stammgruppen) (10 Min)



Diese Sitzung beginnt mit der zweiten Phase des Gruppenpuzzles, in der die Studierenden in ihren Stammgruppen á fünf Personen zusammenkommen, sodass es für jede Aufgabe eine*n Expert*in gibt. Die Gruppenmitglieder werden kurz über die jeweiligen Themenbereiche informiert, indem jede*r eine Überschrift mit den wichtigsten Aspekten verfasst und in einem gemeinsamen Channel auf Moodle teilt.

Arbeitsform: Gruppenarbeit in den Stammgruppen



Diskussion: Einführung in verschiedene Themen im Zusammenhang mit Computational Thinking (20 Min)



Die Überschriften der verschiedenen Stammgruppen werden im Rahmen der Videokonferenz präsentiert und im Plenum diskutiert.

Arbeitsform: Plenum



Input: Informatik in der Grundschule (30 Min)



Zur Heranführung an die Frage, wie Lernroboter im Grundschulunterricht eingesetzt werden können, sehen die Studierenden ein Werbevideo für den „Blue-Bot“. Im Anschluss erhalten die Studierenden mittels einer Präsentation einen Überblick über aktuelle Ansätze zur Umsetzung digitaler Bildung in der Grundschule.

Arbeitsform: Plenum



Hausaufgabe: Einführung in CT (20 Min)



Die Studierenden lesen den bereitgestellten Text über digitale Medien in der Lehrer*innenbildung (Marquardt & Autenrieth 2019¹).

Arbeitsform: Einzelarbeit

Sitzung 3 (asynchron)

¹ Der Text vermittelt allgemeine Informationen über Computational Thinking und bezieht sich auf die Definition nach ISTE: <https://cdn.iste.org/www-root/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>
Der Text muss nicht zwingend gelesen werden und kann durch andere ersetzt werden, allerdings ist die enthaltene Grafik (siehe Abbildung 2) notwendig für den weiteren Seminarverlauf.

TeaEdu4CT

Leitgedanke dieser Sitzung:

Anhand von bereitgestellter Literatur werden verschiedene Konzepte von „Computational Thinking“ betrachtet und deren Verständnis durch weiterführende Aufgaben vertieft. Im Rahmen der Aufgaben sollen die Studierenden die Konzepte mit eigenen Worten erklären, um die Hintergründe im Detail zu verstehen. Zusätzlich werden die Konzepte verglichen und klassifiziert, um ihre Relevanz zu erkennen.

Die Sitzung trägt zur Erreichung folgender Lernergebnisse bei:

- o Die Studierenden verstehen das Konzept CT sowie dessen Verbindung zu Lernzielen und Lehrplänen der Fächer und Inhalte der Grundschule.

**Aufgabe: Beschreibung eines Algorithmus mit KVICK SÖRT (30 Min)**

Die Studierenden haben die nötige Literatur bereits als Hausaufgabe gelesen. Um ihr Verständnis zu vertiefen, sollen sie die Abbildung „KVICK SÖRT“ erklären, die in der Literatur zur Erklärung von „Computational Thinking“ genutzt wird. Die Abbildung zeigt eine bildliche Anleitung zum Sortieren von Objekten mit dem Algorithmus „Quicksort“. Die Studierenden sollen die Anweisungen verbalisieren und verschriftlichen.

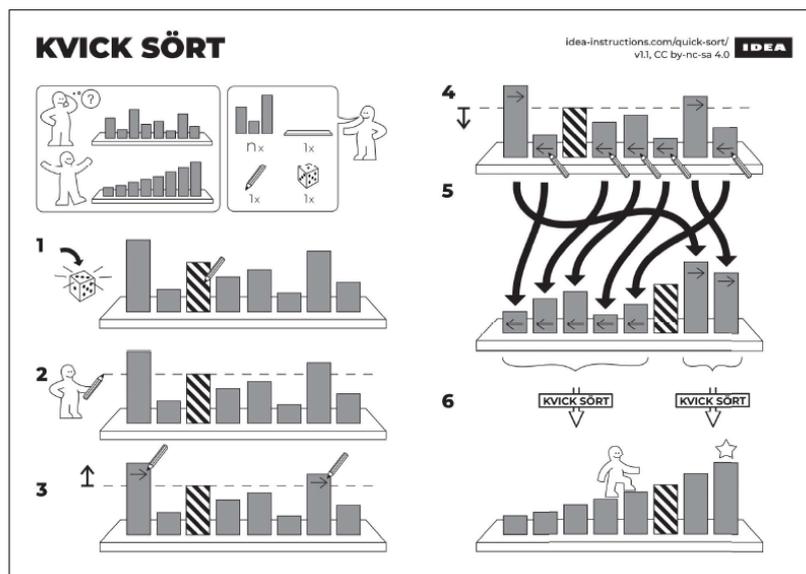


Abbildung 2: Quicksort Algorithmus als Ikea Aufbauanleitung nach Marquardt und Autenrieth (2019, S. 63)

Im Anschluss sollen die Studierenden entscheiden, welche Anleitung (bildlich oder schriftlich) leichter zu verstehen ist. Im Zuge dessen denken die Studierenden über die Bedeutung von Sprache und die Schwierigkeit klare Anweisungen zu formulieren nach. In einer dritten Aufgabe bewerten die Studierenden ihren bisherigen Arbeitsprozess und stellen eine Verbindung ihrer Arbeit zu den in der Literatur genannten Aspekten von Computational Thinking her. Die schriftlichen Bearbeitungen der Aufgaben müssen eine Woche später auf Moodle hochgeladen werden.

Arbeitsform: Einzelarbeit oder Gruppenarbeit mit bis zu drei Personen



Aufgabe: Arbeit mit weiterer Literatur über CT (30+20 Min)

Um ihr Verständnis von Computational Thinking zu vertiefen, werden die Studierenden angehalten einen weiteren Text (Barendsen & Bruggink 2019) zu lesen. Den Kern dieses Textes bildet eine Abbildung, die den Problemlöseprozess beim Computational Thinking zeigt.

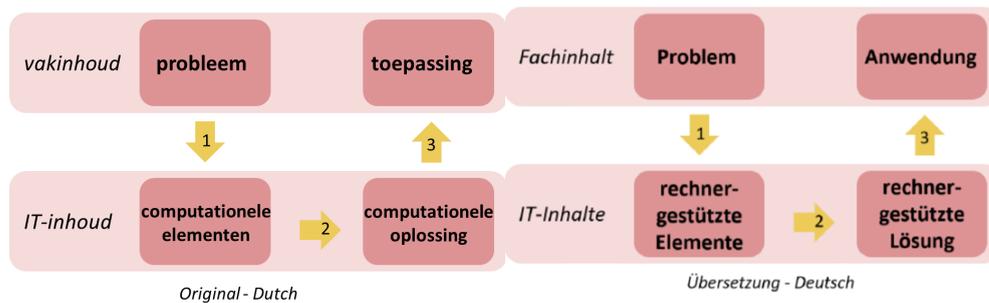


Abbildung 3: Problemlöseprozess nach Barendsen und Bruggink (2019, S. 4)



Zuerst sollen die Studierenden diesen Prozess in ihren eigenen Worten wiedergeben, wodurch sie sich mit dem Problemlöseprozess nach Barendsen und Bruggink (2019) auseinandersetzen müssen. Mögliche Fragen bezüglich des Modells werden auf diese Weise bereits früh im Arbeitsprozess deutlich. Anschließend sollen die Studierenden die obige Abbildung des Problemlöseprozesses mit den von Marquardt und Autenrieth (2019) angeführten Aspekten von CT vergleichen. Die beiden Definitionen von CT werden so zueinander in Beziehung gesetzt und miteinander verknüpft. Die schriftlichen Bearbeitungen der Aufgaben müssen eine Woche später auf Moodle hochgeladen werden.

Arbeitsform: Einzelarbeit oder Gruppenarbeit mit bis zu drei Personen

Sitzung 4 (Videokonferenz)

Leitgedanke dieser Sitzung:

Damit alle Teilnehmenden den gleichen Wissensstand erreichen, werden die vorangegangenen Aufgaben zur Definition Computational Thinkings im Plenum diskutiert. Diese Diskussion unterschiedlicher Aspekte Computational Thinkings kann zu einem umfassenden Austausch über verschiedene Perspektiven auf Computational Thinking führen. Missverständnisse, die in den Abgaben der letzten Sitzung deutlich wurden, können durch kleine Input-Einheiten individuell aufgearbeitet werden.

Die Sitzung trägt zur Erreichung folgender Lernergebnisse bei:

- o Die Studierenden verstehen das Konzept CT sowie dessen Verbindung zu Lernzielen und Lehrplänen der Fächer und Inhalte der Grundschule.
- o Die Studierenden kennen verschiedene Möglichkeiten und Grenzen von CT.

TeaEdu4CT



Diskussion: Wiederholung der verschriftlichten Anleitung von “KVICK SÖRT” (20 Min)



Zu Beginn der Sitzung haben die Studierenden die Möglichkeit Fragen zu stellen. Anschließend zeigt der*die Dozierende die Abbildung „KVICK SÖRT“, um den Studierenden ihre letzte Abgabe wieder ins Gedächtnis zu rufen. Ein*e Studierende*r erklärt den Sortierprozess, wobei der*die Lehrende auf die Schwierigkeit der Rekursion im Algorithmus hinweist, welche zudem rot in den Folien markiert ist. Im Anschluss an diese theoretische Klärung des Sortieralgorithmus geht der*die Dozierende zu methodischen Fragen über: Die Studierenden werden gebeten ihr Vorgehen beim Lösen der Aufgabe und auftretende Probleme zu schildern.



Arbeitsform: Plenum



Diskussion: Wiederholung der Definitionen Computational Thinkings (10 Min)



Die Studierenden können nun ihre eigenen Problemlöseprozesse aus der vorrangegangenen Diskussion auf die beiden Definitionen aus der Literatur zur letzten Sitzung übertragen. Zu diesem Zweck sollen sie die Definitionen erst wiedergeben und anschließend ihre Problemlösung mit der „KVICK SÖRT“-Anleitung in diese einordnen. Der*die Dozierende beantwortet offene Fragen.



Arbeitsform: Plenum



Input: Der “Super Bug” (10 Min)

Insbesondere die Abgaben zum Problemlösemodell von Barendsen und Bruggink (2019) zeigten Fehlvorstellungen der Studierenden in Bezug darauf, wie „intelligent“ der Computer als „unabhängiger Problemlöser“ ist. Manche Studierenden scheinen zu denken, sie müssten nur „die gleiche Sprache wie der Computer sprechen“, um diesem genau sagen zu können was das Problem ist und dieser es dann für sie löst. Diese Fehlvorstellung soll durch den folgenden Input verdeutlicht und aufgelöst werden.

Zu diesem Zweck wird den Studierenden eine Folie mit zwei verschiedenen Aussagen gezeigt:

- Eine der Aussagen gibt die oben geschilderte Fehlvorstellung wieder: Der Computer löst das Problem für einen.
- Die andere Aussage beschreibt den CT-Prozess, wie er gemeint ist: Der Computer wird als Unterstützung im Problemlöseprozess des Menschen eingesetzt.

Die Studierenden sollen die verschiedenen Vorstellungen beschreiben, die in den Aussagen deutlich werden.

Anschließend wird besagte Fehlvorstellung mithilfe einer Folie über den „Super Bug“ (Pea 1986) aus theoretischer Sicht beschrieben.

Arbeitsform: Plenum



Diskussion: Erweiterung des Computational Thinking-Modells (10 Min)

In den vorangegangenen Diskussionen wurden die Studierenden mit dem CT-Modell von Barendsen und Bruggink (2020) vertraut, wobei etwaige Fehlvorstellungen geklärt wurden. Ausgehend von dieser Vorarbeit kann die Abbildung zu einem geschlossenen Problemlösekreislauf erweitert werden, indem ein weiterer Pfeil von der Anwendung zum Problem ergänzt wird – ähnlich wie es die Studierenden bereits von naturwissenschaftlich-technischen Problemlösekreisläufen kennen. Begründet werden kann dies einerseits damit, dass reflektiert werden muss, ob die Lösung das ursprüngliche Problem wirklich löst und ob gegebenenfalls eine bessere Lösung benötigt wird. Andererseits können mit der gegebenen Lösung neue Probleme auftreten, sodass ein erneutes Durchlaufen des Problemlöseprozesses nötig wird.

Um die Diskussion zu lenken, können spezifische Fragen zum Prozess gestellt werden. Es empfiehlt sich, ein konkretes Beispiel in den Blick zu nehmen und zu versuchen, die Schritte, die zur Lösung des Problems nötig sind, auf die Aspekte des Problemlöseprozesses zu übertragen. Hierfür kann beispielsweise das Verfassen einer Hausaufgabe mithilfe von Word herangezogen werden. Nachdem (oder sogar während) das Programm genutzt wurde (/wird), um den Text zu verfassen, wird der Problemlöseprozess weitere Male durchlaufen, da Fehler korrigiert, die Formatierung angepasst oder ähnliches gemacht wird.

Arbeitsform: Plenum

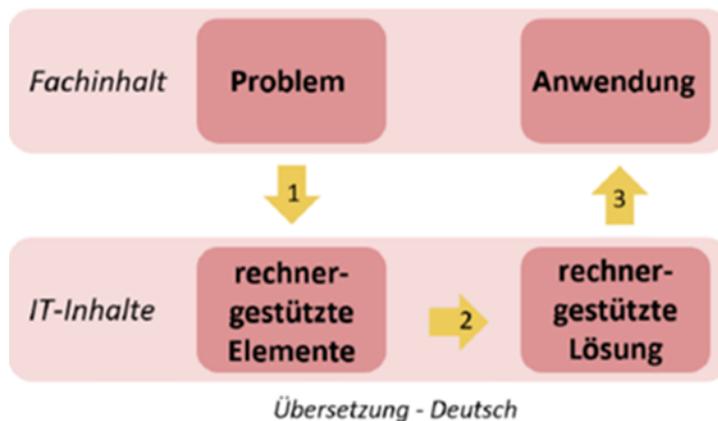


Abbildung 4: Problemlösemodell nach Barendsen und Bruggink (2019, S. 4, deutsche Übersetzung)



Abstimmung und Diskussion: Zwei verschiedene Sichtweisen auf CT (Menschen und Computer als ‘computational agents’) (20 Min)

TeaEdu4CT



Die Studierenden werden gebeten vorgegebene Aussagen mit dem Umfrage-Tool „PINGO“² zu bewerten. Die Aussagen basieren auf dem Modell von Curzon et al. (2019) darüber, was Computational Thinking sein sollte.



Beispiel: *Rate the following Statements. Which side do you rather agree with?*



1 Humans and Computers can be computational agents

2

3

4

5 Humans are not computational agents

Die Studierenden können per Smartphone auf die Umfrage zugreifen und die Ergebnisse werden automatisch in Form eines Diagramms dargestellt.

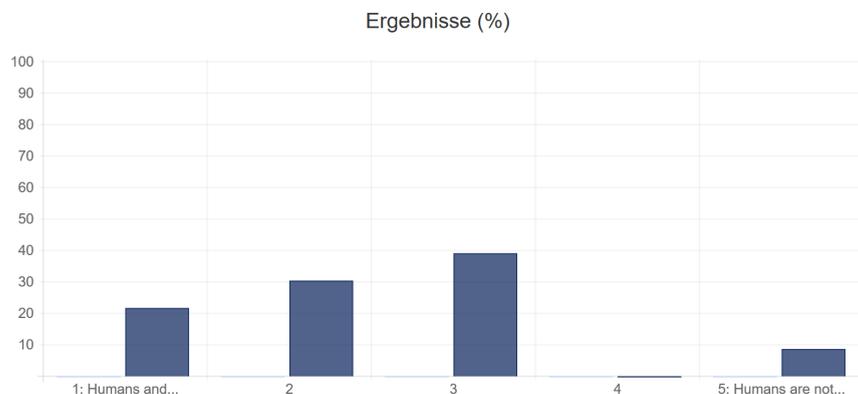


Abbildung 5: Abstimmungsergebnisse der Studierenden

Diese Übung kann als Grundlage für tiefere Diskussionen darüber dienen, was Computational Thinking ist und was nicht.

Arbeitsform: Einzelarbeit (Abstimmung) und anschließend Plenum (Diskussion)



Input: Die Verwendung von Sprache in Anweisungen (10 Min)



Der letzte Teil der Sitzung knüpft erneut an die von den Studierenden verschriftlichten „KVICK SÖRT“-Anweisungen an. Bei der Durchsicht der Abgaben ist aufgefallen, dass verschiedene Sprachniveaus zur Beschreibung des Algorithmus genutzt wurden, wie in der nachfolgenden Tabelle dargestellt wird. Für Menschen werden Begründungen, Schlussfolgerungen und weitere Erklärungen in den Anweisungen berücksichtigt – Computer benötigen derartige Verweise nicht. Anhand einer Folie präsentiert der*die Lehrende die unterschiedliche Nutzung von Sprache für Anweisungen in Abhängigkeit des*der Empfängers*Empfängerin. Bedienungsanleitungen entsprechen in gewisser Weise beiden Herangehensweisen – einerseits fokussieren sie das Vorgehen, andererseits werden (manchmal) auch Gründe erläutert.

² <https://pingo.coactum.de/>. Es muss nicht genau diese Software genutzt werden – jedes andere Umfrage-Tool, zu dem Sie Zugang haben und welches die Ergebnisse grafisch darstellt, kann ebenso verwendet werden. ist

Zusammenhang zwischen Beschreibungsart und Adressat*innen:

		Für Menschen (z.B. im Gespräch)	Formal (z.B. Gebrauchsanleitung)	Code für den Computer
Beschreibung	Vorgehen (was und wie)	Enthält beides	Enthält beides; Fokus liegt jedoch auf dem Vorgehen	Enthält nur die Beschreibung des Verfahrens
Erklärung	Begründung (warum, wozu)			Nur im Kommentar – nicht notwendig

Arbeitsform: Plenum

Sitzung 5 (asynchron)

Leitgedanke dieser Sitzung:

Innerhalb des Seminars sollen die Studierenden an das Unterrichten mit Lernrobotern und Computational Thinking herangeführt werden. Zu diesem Zweck muss eine konzeptionelle und technische Grundlage geschaffen werden – sowohl Kenntnisse über Roboter als auch über das Programmieren sind notwendig, um Unterricht mit Lernrobotern zu planen. Solche Kenntnisse können durch das Experimentieren mit Robotern und dessen anschließende Reflexion aufgebaut werden. In dieser Sitzung wird der Lernprozess der Studierenden durch die Nutzung einer informativen Homepage unterstützt, damit sie sich mit dieser Art der Informationsbeschaffung, die im Bereich digitaler Bildung üblich ist, auseinandersetzen.

Die Sitzung trägt zur Erreichung folgender Lernergebnisse bei:

- o Die Studierenden planen und entwickeln Ansätze und Hilfsmittel zur Integration von CT in den Unterricht und setzen diese in der Praxis um.
- o Durch erfolgreiche praktische Erfahrungen mit CT-Ansätzen und Digitalisierung in der Grundschule werden die Studierenden motiviert in zukünftigen Projekten digitale Möglichkeiten zu nutzen und entwickeln die dafür nötige Selbstwirksamkeit.

Technische Informationen

In dieser Sitzung können die Studierenden selbst einen Roboter ausprobieren. Dafür benutzen sie die App „LightBot“, auf die jede*r einfach von zuhause aus per Smartphone oder Tablet zugreifen kann. Die Aufgabe besteht darin, den „LightBot“ in verschiedenen virtuellen Welten zu steuern und bestimmte Felder zu erleuchten. Der „LightBot“ wird programmiert, indem Programmier-Blöcke aneinandergereiht werden. Nachdem der*die Spieler*in die ersten Level mit einer linearen Programmierung geschafft hat, werden die Aufgaben schwerer und der*die Spieler*in muss Prozeduren und Schleifen nutzen. Die App kann gratis im App Store oder unter <https://lightbot.com/hour-of-code.html> heruntergeladen werden.



Aufgabe: Rezension einer Homepage mit Unterrichtsbeispielen (45 Min)

Die Studierenden sollen eine Webseite mit einem Unterrichtsbeispiel mit der App „LightBot“ besuchen. Welche spezifische Webseite genutzt wird ist dabei nicht relevant, auch die „LightBot“-Homepage selbst kann hierfür verwendet werden (<https://lightbot.com/resources.html>). Die Studierenden sollen sich kritisch und konstruktiv mit der exemplarisch ausgewählten Webseite auseinandersetzen, um einen reflektierten Umgang mit den zahlreichen Onlineangeboten für den Informatikunterricht zu üben. Einerseits lernen die Studierenden auf diese Weise die App „LightBot“ sowie Unterrichtseinheiten mit Lernrobotern kennen, andererseits beurteilen sie die Webseite (und in unserem Fall das auf der Webseite eingestellte Arbeitsblatt), indem sie eine kurze Rezension dazu verfassen.

Arbeitsform: Einzelarbeit



Abbildung 6: Beispiel einer Homepage, welche die Studierenden besuchen



Aufgabe: Erste Schritte im Programmieren – Kennenlernen des „LightBots“ (45 Min)

Die zweite Aufgabe gliedert sich in fünf Teilaufgaben. Die Mehrheit der Studierenden hat keine Erfahrung im Programmieren. Deshalb müssen sie Erfahrungen im Programmieren sammeln, beispielsweise durch das Spielen der App „LightBot“, bevor sie über die Unterrichtsplanung mit Lernrobotern nachdenken.

Nachdem die Studierenden die App ausprobiert haben, reichen sie (in Gruppen mit bis zu drei Mitgliedern) ihre Antworten zu folgenden Fragen und Aufgaben ein:

1. Bewerten Sie die Anleitung und Handhabung des Spiels „LightBot“: Wurden Befehle und Ziele der Levels ausreichend verständlich für Sie erklärt? Wo bestanden Schwierigkeiten beim Lösen der Level und welche Aspekte waren zu einfach?

2. Nehmen Sie anhand Ihrer Einschätzung aus a) Stellung, inwiefern ein*e Lernende*r aus der 3. oder 4. Klasse selbstständig zu Hause mit dem „LightBot“ umgehen kann. Ist eine weitere Erklärung zur Bedienung des „LightBots“ für ein Kind nötig oder ist es im Gegensatz dazu sogar möglich, sie vollständig frei explorieren zu lassen?
3. Auf dem Arbeitsblatt zum „LightBot“ sind drei verschiedene Aufgabentypen zu den drei Welten der App zu finden. Verfassen Sie zu jeder Aufgabe kurz eine allgemeine Charakterisierung des Aufgabentyps.
4. Welche CT-Konzepte werden durch das Lösen der Level mit dem „LightBot“ angesprochen? Nehmen Sie bei der Beantwortung Bezug auf mindestens eine der in den letzten Sitzungen kennengelernten CT-Definitionen.
5. Auf der Homepage heißt es, dass der „LightBot“ "einen ersten Zugang zum Programmieren" bietet. Definieren Sie kurz:
 - Was verstehen Sie aus ihrem bisherigen (Alltags-)Sprachgebrauch unter „Programmieren“?
 - Formulieren Sie anhand ihrer Erfahrungen mit dem „LightBot“, was es bedeutet, "den ‚LightBot‘ zu programmieren".

Arbeitsform: Einzelarbeit (Spielen der App „LightBot“) und Gruppenarbeit mit bis zu drei Personen (Beantwortung der Fragen zur App)

Sitzung 6 (asynchron)

Leitgedanke dieser Sitzung:

In dieser Sitzung probieren die Studierenden selbst Lernroboter aus, um Probleme, Vor- und Nachteile erkennen und einschätzen zu können. Diese Erfahrung hilft ihnen dabei, einschätzen zu können, inwieweit die Lernroboter im Unterricht eingesetzt werden können.

Die Sitzung trägt zur Erreichung folgender Lernergebnisse bei:

- o Die Studierenden planen und entwickeln Ansätze und Hilfsmittel zur Integration von CT in den Unterricht und setzen diese in der Praxis um.
- o Durch erfolgreiche praktische Erfahrungen mit CT-Ansätzen und Digitalisierung in der Grundschule werden die Studierenden motiviert in zukünftigen Projekten digitale Möglichkeiten zu nutzen und entwickeln die dafür nötige Selbstwirksamkeit.

Technische Informationen

Nachdem die Studierenden in der letzten Sitzung die Möglichkeit hatten den digitalen Roboter „LightBot“ kennenzulernen, haben sie in dieser Sitzung die Gelegenheit einen „echten“ (physischen) Roboter zu nutzen. Je nach persönlichem Interesse können sie zwischen dem „Blue-Bot/Bee-Bot“ und dem „Ozobot“ wählen. Diese Roboter können sie an der Universität ausleihen, um praktische Erfahrungen mit ihnen zu sammeln. Die Studierenden, die nicht die Möglichkeit haben zum Campus zu kommen, um einen Roboter auszuleihen, können „Roberta“, einen weiteren digitalen Roboter, nutzen. Sofern es in Ihrem Land andere digitale Roboter gibt, können Sie diese ebenfalls benutzen.

Der „Bee-Bot/Blue-Bot“ ist ein leicht verständlicher Roboter, der mit (Pfeil-)Tasten auf seinem Rücken programmiert werden kann. Nachdem eine Befehlsfolge per Tastendruck eingegeben wurde, bewegt sich der Roboter in die entsprechenden Richtungen. Der „Bee-Bot/Blue-Bot“ eignet sich für Grundschul Kinder. Die Studierenden können den Roboter selbst ausprobieren, um eine Idee davon zu bekommen, wie er im Grundschulunterricht eingesetzt werden kann. Für den „Blue-Bot“ kann zusätzlich eine Programmierleiste genutzt werden, mit deren Hilfe Bewegungsabläufe geplant und per Bluetooth an den „Blue-Bot“ übermittelt werden können (siehe Abbildung 7)³.



Abbildung 7: „Blue-Bot“ und Programmierleiste (Bild von: GenerationRobots 2020)

Der „Ozobot“ ist ein kleiner Roboter mit Lichtsensoren und einem Farbsensor an der Unterseite. Mit deren Hilfe kann er schwarzen Linien folgen und mit Farbcodes gesteuert werden. Mit diesen Farbcodes kann der „Ozobot“ so programmiert werden, dass er schneller oder langsamer fährt, an der nächsten Abzweigung rechts abbiegt oder ähnliches. Zusätzlich kann der „Ozobot“ mit einer visuellen blockbasierten Programmiersprache per Computer oder Tablet programmiert werden. Es ist möglich diesen Roboter mit Grundschulkindern zu benutzen, in seiner gesamten Komplexität erschließt er sich aber eher älteren Kindern.⁴



Abbildung 8: Linien mit Farbcodes (links) und „Ozobot“ mit Programmierumgebung (rechts) (Bild von: Ozobot & Evolve, Inc. United States 2020)

³ Weitere Informationen: https://www.betzold.de/prod/E_755769/

⁴ Weitere Informationen: <https://ozobot.com/>

TeaEdu4CT

Der „LightBot“ ist ein digitaler Roboter, dessen Ziel es ist, bestimmte Felder in einem Labyrinth zu erleuchten. In verschiedenen Leveln mit ansteigendem Schwierigkeitsgrad wird der „LightBot“ von dem*der Spieler*in programmiert, indem er*sie Icons für verschiedene Aktionen wie *geradeaus gehen*, *nach links drehen*, *springen* oder *Licht einschalten* aneinanderreicht.⁵

„Roberta“ ist ein weiterer digitaler Roboter, der auf einer deutschen Webseite gespielt werden kann. „Roberta“ muss in verschiedenen Leveln mithilfe von Pfeiltasten so programmiert werden, dass sie ein vorgegebenes Ziel erreicht.⁶



Abbildung 9: Digitaler Roboter „Roberta“ (Bildung von: Stiftung Haus der kleinen Forscher 2019)

Andere digitale Roboter können ebenso verwendet werden, beispielsweise die kleinen Spiele unter <http://www.kidlocoding.com/>.



Aufgabe: Kennenlernen weiterer Lernroboter (45+45 Min)



Die Studierenden machen sich mit „ihren“ Robotern vertraut – dabei können sie zwischen analogen Robotern („Bee-Bot/Blue-Bot“, „Ozobot“) und einem digitalen Roboter (Ronjas Roboter „Roberta“) auswählen. Ergänzend sollen sie sich selbstständig über „ihren“ Roboter informieren und geeignete gefundene Quellen in einer geteilten Literatur-Liste sammeln.

Arbeitsform: Einzelarbeit



Nach dem Kennenlernen sollen die Studierenden „ihren“ Lernroboter anhand der bei Adamina und Hild (2019) vorgestellten Aspekte analysieren. Im Anschluss sammeln sie Pro- und Contra-Argumente für die Arbeit mit „ihrem“ Roboter in einem Etherpad (auf Moodle). Abschließend verfassen sie ein Fazit mit den wesentlichen Lernaussagen für „ihren“ Roboter, welches sie in einem weiteren Etherpad festhalten. Die Aufgaben sollen jeweils allein bearbeitet werden.

⁵ Weitere Informationen: <https://lightbot.com/>

⁶ Weitere Informationen: <https://www.meine-forscherwelt.de/spiel/ronjas-roboter>

Sitzung 7 (Videokonferenz)**Leitgedanke dieser Sitzung:**

Nachdem die Studierenden in der letzten Sitzung praktische Kenntnisse über (Lern-)Roboter und Programmierung erworben haben, werden die gemachten Erfahrungen in dieser Sitzung im Plenum gesammelt. Hierbei können Fragen und Missverständnisse geklärt werden. Für die Theorie-Praxis-Verzahnung werden die persönlichen Erfahrungen der Studierenden durch theoretische Modelle untermauert. Darüber hinaus wird die Thematik erneut mit Computational Thinking verknüpft.

Die Sitzung trägt zur Erreichung folgender Lernergebnisse bei:

- o Die Studierenden planen und entwickeln Ansätze und Hilfsmittel zur Integration von CT in den Unterricht und setzen diese in der Praxis um.
- o Durch erfolgreiche praktische Erfahrungen mit CT-Ansätzen und Digitalisierung in der Grundschule werden die Studierenden motiviert in zukünftigen Projekten digitale Möglichkeiten zu nutzen und entwickeln die dafür nötige Selbstwirksamkeit.
- o Die Studierenden verstehen das Konzept CT sowie dessen Verbindung zu Lernzielen und Lehrplänen der Fächer und Inhalte der Grundschule.

**Diskussion: Was ist mit „Programmieren“ gemeint? (20 Min)**

Die Sitzung beginnt mit einem fiktiven Streit, welcher zwei unterschiedliche Ansichten vom Programmieren verdeutlichen soll. Die eine Sichtweise ist sehr eng gefasst und definiert Programmieren als das Nutzen einer Programmiersprache, welche „Insidern“ vorbehalten ist. Aus der anderen Sicht wird Programmieren im weiteren Sinne als Eingabe von Befehlen verstanden, was bereits mit einfachen Lernrobotern begonnen werden kann. Beide Blickwinkel ergeben sich aus den Aussagen der Studierenden zum Thema „Programmieren“ aus der fünften Sitzung, in der einige das Spielen mit dem „LightBot“ als Programmieren auffassten, andere hingegen nicht. Die Studierenden diskutieren den Begriff anhand der fiktiven Auseinandersetzung erneut.

Arbeitsform: Plenum

**Input: categories of Programming (Thuné & Eckerdal 2009) (10 Min)**

Abgerundet wird die vorangegangene Diskussion durch eine Definition verschiedener Ebenen des Programmierbegriffs, die in Abbildung 10 deutlich werden.

Arbeitsform: Plenum

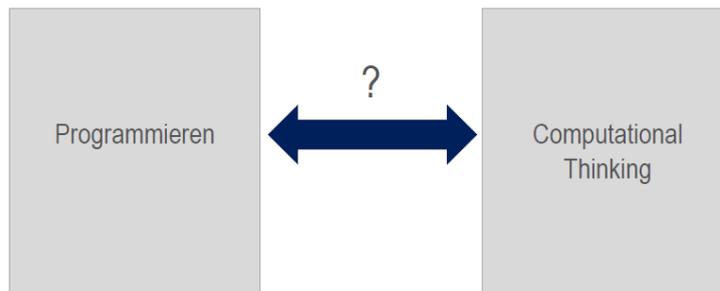
1. Computer programming is experienced as to use some programming language for writing program texts
2. Computer programming is seen as a way of thinking that relates instructions in the programming language to what will happen when the program is executed
3. Computer programming is seen as a way of thinking, as above, and in addition computer programming is experienced as producing computer programs such as those that appear in everyday life
4. Computer programming is seen as described above with the addition that computer programming is experienced as a 'method' of reasoning that enables problem solving
5. Computer programming is seen as a way of thinking, to solve problems, leading to the production of computer programs such as those that appear in everyday life. In addition, computer programming is experienced as a skill that can be used outside the programming course, and for other purposes than computer programming

Abbildung 10: Summary of categories of description of students' qualitatively different ways of experiencing computer programming (Thuné & Eckerdal 2009)



Diskussion: Programmieren und Computational Thinking (10 Min)

Die Verbindung zwischen Programmieren und Computational Thinking kann aus verschiedenen Richtungen begründet werden, wobei einige Konzepte sich stark ähneln. Die Studierenden diskutieren die Verbindung von Programmieren und CT anhand folgender Abbildung:



Arbeitsform: Plenum



Präsentation: Vorstellung der (Lern-)Roboter (45 Min)

Die Studierenden berichten im Plenum von ihren Erfahrungen mit den Robotern, die sie ausprobiert haben. Als Grundlage für die Berichte können folgende Fragen dienen:

- Was gefällt Ihnen am besten?
- Was gefällt Ihnen am wenigsten?
- War es schwierig, den Roboter nach Ihren Anweisungen zu steuern?
- Wie haben Sie sich gefühlt, als Sie gesehen haben, dass der Roboter Ihre Anweisungen befolgt?
- Welche Probleme sind aufgetreten?
- Können Sie sich vorstellen den Roboter im Unterricht einzusetzen?

Arbeitsform: Plenum

TeaEdu4CT

Leitgedanke dieser Sitzung:

Diese Sitzung bildet den Abschluss des ersten Seminarblocks, der auf den Erwerb fachlicher Grundlagen über CT und Lernroboter abzielt. Nachdem die Studierenden bereits Erfahrungen im Umgang mit Robotern gemacht haben, werden nun die Bauteile der Roboter explizit zum Thema gemacht. Das Wissen über diese kann einerseits dazu beitragen, etwaige Probleme mit den Robotern im Unterricht zu lösen, andererseits können die Bauteile der Roboter selbst zum Unterrichtsgegenstand gemacht werden. Außerdem wird in dieser Sitzung das weitere Vorgehen der Unterrichtsplanung im Rahmen des Seminarverlaufs verdeutlicht.

Die Sitzung trägt zur Erreichung folgender Lernergebnisse bei:

- o Die Studierenden planen und entwickeln Ansätze und Hilfsmittel zur Integration von CT in den Unterricht und setzen diese in der Praxis um.
- o Durch erfolgreiche praktische Erfahrungen mit CT-Ansätzen und Digitalisierung in der Grundschule werden die Studierenden motiviert in zukünftigen Projekten digitale Möglichkeiten zu nutzen und entwickeln die dafür nötige Selbstwirksamkeit.

**Input: Video – Der Fußball spielende Roboter (10 Min)**

Zu Beginn wird ein Video über einen humanoiden Roboter gezeigt, der Fußball spielen kann. Dieses Video-Beispiel ermöglicht einen genaueren Blick auf die Bauteile von Robotern. Der Roboter im Video benötigt Motoren, um seine Beine zu bewegen, sowie eine Kontrolleinheit. Die Studierenden sollen Bauteile auflisten, die Roboter benötigen, um richtig zu funktionieren – dabei können sie sich auf den Roboter im Video beziehen oder generalisierende Aussagen treffen. Es ist nicht erforderlich genau dieses Video zu verwenden, ebenso können andere Videos (in einer Sprache Ihrer Wahl) genutzt werden, solange die Bauteile sichtbar sind und eine Diskussion über diese möglich ist. Einige (englischsprachige) Alternativen werden im Kapitel ‘Anmerkungen’ angegeben.

Arbeitsform: Plenum

**Diskussion: Zusammenhang von Tätigkeiten und Bauteilen (20 Min)**

Auf der zuvor errichteten Basis werden die Bauteile der in Sitzung 7 vorgestellten Roboter näher untersucht. Aus technischer Sicht sind beispielsweise die Sensoren des „Ozobots“ interessant: Die Farbsensoren liefern Informationen über die Fahrbahn, sodass der „Ozobot“ Linien entlangfahren kann. Die Bauteile digitaler Roboter wie dem „LightBot“ sind hingegen schwieriger zu benennen, da lediglich ein Tablet/Smartphone sowie eine Software/App benötigt werden, um den Roboter und seine „Bewegungen“ zu sehen.

Arbeitsform: Plenum

**Diskussion: Bauweise von Lernrobotern und CT (10 Min)**

Die Thematisierung der Bauteile kann durch eine offene Frage mit CT verknüpft werden: *Warum sollten die Bauteile des Roboters in einem CT-orientierten Unterricht thematisiert werden?* Zum einen kann durch die Identifikation der für

TeaEdu4CT



eine gewünschte Funktion benötigten Bauteile ein Problemlöseprozess eingeleitet werden und zum anderen können mit dem Roboter auftretende Probleme nur mit dem Wissen über dessen Bauteile und -weise gelöst werden. Zusätzlich führt entsprechendes Wissen zu einer höheren Akzeptanz dafür, warum Roboter manchmal Sachen „anders“ oder „falsch“ machen.

Arbeitsform: Plenum



Input: Problemlösekreislauf als Einstieg in die Unterrichtsplanung (20 Min)

Es werden zwei Modelle vorgestellt, welche den Umgang und das Unterrichten mit technischen/digitalen Geräten wie z.B. Robotern strukturiert wiedergeben.

Informatikdidaktischer Ansatz (PRIMM Sentence, Waite & Kallia 2019):
 Unterricht kann in fünf Phasen aufgeteilt werden:

- Predict: Die Lernenden sichten ein Programm und überlegen was passiert, wenn man es ausführt.
- Run: Die Lernenden führen das Programm aus und beobachten.
- Investigate: Die Lernenden explorieren die Struktur des gegebenen Programms, indem sie die Erkenntnisse aus 1) und 2) zusammenbringen.
- Modify: Das vorgegebene Programm wird durch eigene Teile ergänzt, die dem Programm neue Funktionalitäten ermöglichen.
- Make: Die Lernenden erstellen ein eigenes Programm unter Benutzung der zuvor analysierten Programme und Erfahrungen.

Technikdidaktischer Ansatz:

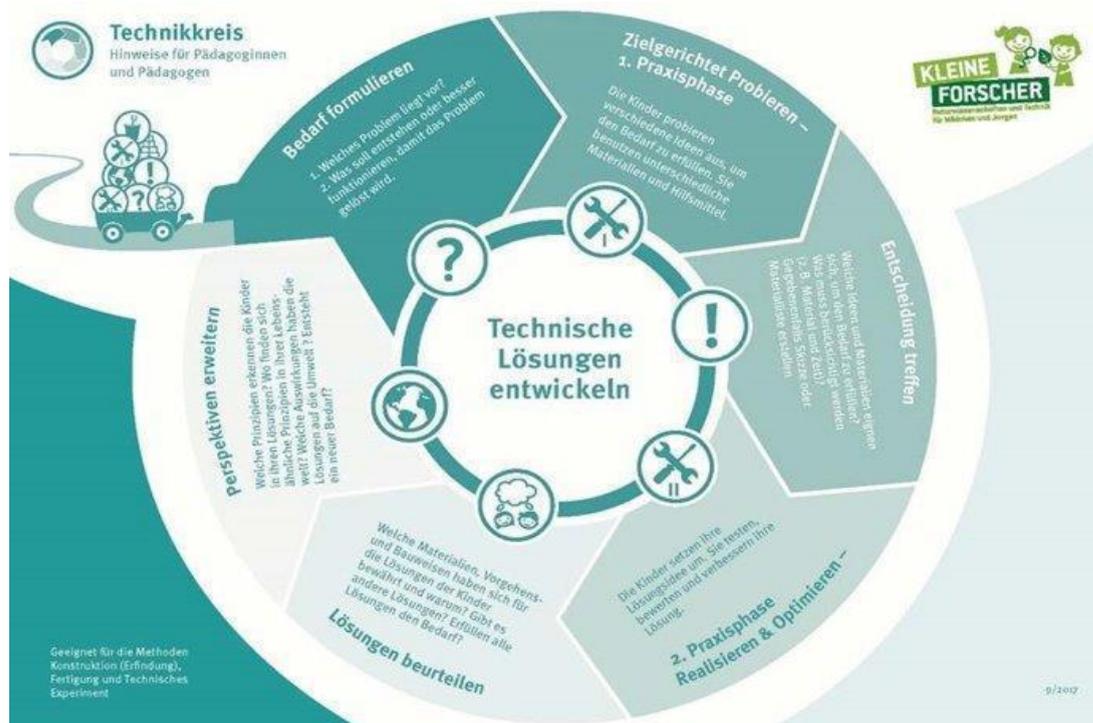


Abbildung 11: Technikkreis als Werkzeug zur Lernbegleitung bei Anwendung technikdidaktischer Methoden der Konstruktion (Erfindung), Fertigung und Technisches Experimentieren (nach GDSU-Journal Juni 2018, Heft 8, S. 87)

Arbeitsform: Plenum



Input: Organisation der nächsten Sitzungen – Unterrichtsplanung mit Lernrobotern (30 Min)



In einer Präsentation werden die organisatorischen Rahmenbedingungen für die Unterrichtsplanung mit den Lernrobotern in den nächsten Sitzungen erläutert. Die Studierenden sollen in Gruppen (mit bis zu drei Mitgliedern) zwei bis drei Unterrichtssequenzen planen und in tabellarischer Form festhalten. Eine Lehr-Lernsituation soll dabei detailliert beschrieben werden. Im Nachhinein bekommt jede Gruppe in einer Peer-Feedback Phase Rückmeldungen von anderen Gruppen und soll im Anschluss daran in einer Praxis-Phase ihre Unterrichtssequenzen mit einer Lerngruppe ausprobieren.

Arbeitsform: Plenum

TeaEdu4CT

Sitzung 9 (asynchron)

Leitgedanke dieser Sitzung:

Ebenso wie beim persönlichen Ausprobieren der Roboter ist es auch bei der Unterrichtsplanung wichtig, dass die Studierenden diese selbst praktisch umsetzen. Aufbauend auf dem in den vorangegangenen Sitzungen erworbenen Wissen und begleitet von Online-Ressourcen sind die Studierenden in der Lage ihre Ideen zum Unterrichten mit Lernrobotern und CT umzusetzen.

Die Sitzung trägt zur Erreichung folgender Lernergebnisse bei:

- o Die Studierenden planen und entwickeln Ansätze und Hilfsmittel zur Integration von CT in den Unterricht und setzen diese in der Praxis um.
- o Durch erfolgreiche praktische Erfahrungen mit CT-Ansätzen und Digitalisierung in der Grundschule werden die Studierenden motiviert in zukünftigen Projekten digitale Möglichkeiten zu nutzen und entwickeln die dafür nötige Selbstwirksamkeit.

**Aufgabe: Unterrichtsplanung für den Grundschulunterricht (45+45 Min)**

Die Gruppen organisieren ihre Arbeit selbstständig und planen gemeinsam Unterrichtssequenzen mit Lernrobotern in tabellarischer Form. Dafür sollen sie mindestens einen der Roboter nutzen, die sie in den vorherigen Sitzungen ausprobiert haben. Die Studierenden werden durch eine Link-Sammlung mit Unterrichtsideen unterstützt, auf welche sie über Moodle zugreifen können.

Arbeitsform: Gruppenarbeit mit bis zu drei Personen

Nach der groben Planung der Stunden soll eine Lehr-Lernsituation präzisiert werden, wobei folgende Punkte zu berücksichtigen sind:



- Wie genau werden Aufgabenstellungen und Impulse formuliert?
- Was genau sollen die Schüler*innen durchführen und wie erwarten Sie, dass sie es durchführen?
- Was sind erwartete Schüler*innenantworten?
- Welche technischen Probleme können auftreten? (Handlungsalternativen?)

Die Gruppen reichen ihre Unterrichtsplanungen auf Moodle ein.

Arbeitsform: Gruppenarbeit mit bis zu drei Personen

Sitzung 10 (asynchron)**Leitgedanke dieser Sitzung:**

Der Rahmen für die Unterrichtsplanung war weit gefächert, sodass die Gruppen unterschiedliche Ansätze zur Integration der Themen „Lernroboter“ und „Computational Thinking“ wählten. Durch das Lesen der Pläne anderer Gruppen erhalten die Studierenden zusätzliche Anregungen für den Unterricht und können ihr eigenes Repertoire erweitern. Durch das explizite Review eines anderen Unterrichtsvorhabens üben sie zudem deren Reflexion.

Die Sitzung trägt zur Erreichung folgender Lernergebnisse bei:

- o Die Studierenden planen und entwickeln Ansätze und Hilfsmittel zur Integration von CT in den Unterricht und setzen diese in der Praxis um.
- o Die Studierenden reflektieren den Unterricht aus fachlicher und didaktischer Perspektive.
- o Durch erfolgreiche praktische Erfahrungen mit CT-Ansätzen und Digitalisierung in der Grundschule werden die Studierenden motiviert in zukünftigen Projekten digitale Möglichkeiten zu nutzen und entwickeln die dafür nötige Selbstwirksamkeit.

**Aufgabe: Peer-Feedback (45+30 Min)**

Jede*r Studierende liest die Unterrichtsplanung einer anderen Gruppe und verfasst ein Feedback dazu. Dabei können folgende Punkte berücksichtigt werden:



- Welche Ideen sind besonders gelungen/motivierend?
- Stellen Sie sich vor, Sie müssten noch Unterricht zu Computational Thinking für morgen planen. Welche der Ideen würden Sie sofort übernehmen?
- Welche Aspekte in der Planung fallen besonders auf (negativ/positiv)?
- Sind der inhaltliche Anspruch und die Zeitplanung angemessen? Gibt es spezifische Phasen, in denen sie mehr oder weniger Zeit einplanen würden?



Die Studierenden reichen ihr Feedback eine Woche später über Moodle ein.

Arbeitsform: Einzelarbeit

Anhand des Feedbacks können die Studierenden ihre Unterrichtsplanungen weiter reflektieren. Jede Gruppe erhält zusätzlich Feedback von einem*einer Tutor*in.



Arbeitsform: Einzelarbeit

Sitzung 11 (asynchron)**Leitgedanke dieser Sitzung:**

Lehrkräfte müssen Unterricht nicht nur planen, sondern auch durchführen. Zusätzlich zu dem Peer-Feedback können die Gruppen direkte Rückmeldungen aus der Praxis bekommen, indem sie ihre Planungen mit Kindern ausprobieren. Dies ermöglicht es ihnen, ihre Unterrichtsideen auf einer weiteren Ebene zu reflektieren und sich Wissen über das Unterrichten mit Lernrobotern anzueignen, was ihnen später im Berufsalltag nützlich sein kann.

Die Sitzung trägt zur Erreichung folgender Lernergebnisse bei:

- o Die Studierenden planen und entwickeln Ansätze und Hilfsmittel zur Integration von CT in den Unterricht und setzen diese in der Praxis um.

TeaEdu4CT

- o Die Studierenden reflektieren den Unterricht aus fachlicher und didaktischer Perspektive.
- o Durch erfolgreiche praktische Erfahrungen mit CT-Ansätzen und Digitalisierung in der Grundschule werden die Studierenden motiviert in zukünftigen Projekten digitale Möglichkeiten zu nutzen und entwickeln die dafür nötige Selbstwirksamkeit.

**Aufgabe: Ausprobieren der Unterrichtsplanungen (45+20 Min)**

Ursprünglich sollten alle Gruppen Teile ihrer Planungen in Grundschulen ausprobieren, die mit der Universität kooperieren. Aufgrund der COVID-19-Pandemie waren die Schulen jedoch geschlossen, sodass die Studierenden geeignete Gruppen zur Erprobung finden mussten. Hierfür kamen zum Beispiel Kinder von Verwandten, Freund*innen, aus der Nachbarschaft oder anderen Kinderbetreuungseinrichtungen in Frage. Für den Fall, dass kein Kontakt mit Kindern möglich war, konnten die Studierenden auch auf eine Gruppe Erwachsener zurückgreifen, um praktische Erfahrungen zu machen.

Arbeitsform: Einzelarbeit oder Gruppenarbeit mit bis zu drei Personen



Die Studierenden verfassen in ihren Gruppen einen kurzen Bericht über ihre Erprobung und laden diesen auf Moodle hoch.

Arbeitsform: Gruppenarbeit (in denselben Gruppen, in denen sie zuvor die Unterrichtsplanungen erstellt haben)

Sitzung 12 (asynchron)**Leitgedanke dieser Sitzung:**

Nachdem die Teilnehmenden des Seminars mehrere Wochen lang in Kleingruppen gearbeitet haben, soll diese Sitzung das erneute Zusammentreffen aller Studierenden in der nächsten Woche vorbereiten, bei dem die gemachten Erfahrungen gemeinsam diskutiert werden. Um zu vermeiden, dass alle Gruppen ihre Planungen auf lineare, langatmige Weise vorstellen, sollen sie in dieser Sitzung eine von fünf vorgegebenen Perspektiven auswählen, die sie besonders wichtig für ihre Planung erachten. So reflektieren sie ihre Planungen aus verschiedenen Perspektiven und wiederholen dabei gleichzeitig die wesentlichen Aspekte des Seminars.

Die Sitzung trägt zur Erreichung folgender Lernergebnisse bei:

- o Die Studierenden reflektieren den Unterricht aus fachlicher und didaktischer Perspektive.

**Aufgabe: Reflexion der Unterrichtsplanungen (45+20 Min)**

Es werden fünf Perspektiven („Brillen“) präsentiert, welche zuvor bereits im Seminar besprochen wurden:

1. Rahmung (z.B. Medienkompetenzrahmen)

TeaEdu4CT



2. Technikdidaktischer Ansatz
3. Informatikdidaktischer Ansatz (CT-Definition)
4. Programmieren vs. Computational Thinking
5. Bauteile von Robotern

Die Studierenden sollen ihre Unterrichtsplanungen aus den verschiedenen Perspektiven betrachten und überlegen, welche dabei besonders relevant ist. Dabei geben sie einen Überblick über verschiedene Aspekte der fünf Perspektiven und diskutieren, in welcher Weise diese in ihren Planungen aufgegriffen werden.

Arbeitsform: Einzelarbeit



Die Ergebnisse sollten in einem Etherpad auf Moodle festgehalten werden. Anhand der fünf Perspektiven reflektieren die Studierenden einerseits ihre Unterrichtsplanungen und wiederholen andererseits bisherige Seminarthemen.

Arbeitsform: Einzelarbeit

Sitzung 13 (Videokonferenz)

Leitgedanke dieser Sitzung:

Auf Basis der in der letzten Sitzung erarbeiteten Perspektiven werden die Erfahrungen der Studierenden aspektorientiert diskutiert. Der aspektorientierte Ansatz ermöglicht eine strukturierte Sitzung, ohne dass alle Stundenentwürfe linear und langatmig durchgegangen werden müssen. Darüber hinaus eröffnet diese Sitzung einen Raum, um das gesamte Seminar zu resümieren und zu reflektieren.

Die Sitzung trägt zur Erreichung folgender Lernergebnisse bei:

- o Die Studierenden reflektieren den Unterricht aus fachlicher und didaktischer Perspektive.
- o Durch erfolgreiche praktische Erfahrungen mit CT-Ansätzen und Digitalisierung in der Grundschule werden die Studierenden motiviert in zukünftigen Projekten digitale Möglichkeiten zu nutzen und entwickeln die dafür nötige Selbstwirksamkeit.



Input: Rückblick auf die bisherigen Sitzungen (10 Min)

Es wird ein Seminarplan mit allen Sitzungen präsentiert und ein Überblick darüber gegeben, was im Rahmen des Seminars bereits gemacht wurde.



Arbeitsform: Plenum



Diskussion: Reflexion der Unterrichtsplanungen aus verschiedenen Perspektiven (45 Min)

TeaEdu4CT



Die in der vorherigen Sitzung eingeführten Perspektiven werden kurz wiederholt. Daran anknüpfend werden die Abgaben der Studierenden aus der letzten Woche gezeigt und diskutiert.



Arbeitsform: Plenum



Diskussion: Reflexion des Seminars (30 Min)

Das gesamte Seminar wird gemeinsam reflektiert. Hierbei haben die Studierenden zum einen die Möglichkeit Feedback zu geben und zum anderen Fragen zu stellen. Zusätzlich werden sie dazu eingeladen an einer Online-Umfrage zur Beurteilung des Seminars teilzunehmen.



Arbeitsform: Plenum



Lernmaterial

	Präsentation	Zu jeder Sitzung wird eine PPP mit Input-Folien und Aufgaben bereitgestellt.
	Literatur	<p>Für die technischen Grundlagen wurde die folgende Literatur bereitgestellt:</p> <p>Sitzung 1: Duit, Reinders (2003): Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In Kirchner, E. & Schneider, W. (Hrsg.): Physikdidaktik in der Praxis (S. 1-26). Berlin und Heidelberg: Springer. GDSU (Gesellschaft Didaktik des Sachunterrichts) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. Medienkompetenzrahmen NRW (2018): Der Medienkompetenz-rahmen NRW. Online: https://medienkompetenzrahmen.nrw.de/ (abgerufen am: 21.01.2019). Möller, Kornelia (2007): Genetisches Lernen und Conceptual Change. In: Kahlert, J. et al. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts (S. 258-266). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.</p> <p>Sitzung 2: Marquardt, Anja & Autenrieth, Daniel (2019): Neue Formen des digitalen Lernens – fächerübergreifender Unterricht mit dem iPad. In: Thorsten Junge & Horst Niesyto (Hrsg.): Digitale Medien in der Grundschullehrerbildung. Erfahrungen aus dem Projekt dileg-SL (Medienpädagogik interdisziplinär Band 12), S. 60-64.</p> <p>Sitzung 3: Barendsen, E. & Bruggink, M. (2019). Het volle potentieel van de computer leren benutten: over informatica en computational thinking. (auf Deutsch übersetzt)</p> <p>Sitzung 6: Adamina, Marco & Hild, Pitt (2019): Mit Lernaufgaben Kompetenzen fördern. In: Hild, Pitt (Hrsg.): Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.-9. Schuljahr (3. Aufl., S. 119-134). Bern: Haupt.</p>
	Computer- und Internet-zugang	Zugang zum Computer o.ä. sowie dem Internet ist für jede Sitzung notwendig. Die Studierenden benötigen einerseits Zugang zum Videokonferenzsystem, um an den synchronen Sitzungen teilzunehmen, andererseits Zugang zu Moodle, um Aufgaben zu erhalten und einzureichen, sowie um gemeinsam zu arbeiten.
	Videos	<p>Beispiel eines „Blue-Bots“: Blue-Bot Betzold (Arnulf Betzold GmbH) https://www.youtube.com/watch?v=_D2J3xWnS0o</p>

		<p>Beispiel eines humanoiden Roboters, um die Bauteile eines Roboters zu diskutieren: Westdeutscher Rundfunk (2017): Lach- und Sachgeschichten – Fußballroboter. Online abrufbar unter: https://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/fussballroboter.php5</p>
	Weiteres	<ul style="list-style-type: none"> ● Pingo (Echtzeit-Abstimmungs-Tool; Studierende nehmen per QR-Code teil) ● Lernroboter <ul style="list-style-type: none"> ○ „LightBot“ ○ „Blue-Bot/Bee-Bot“ (https://www.tts-international.com/bee-bot-programmable-floor-robot/1015268.html) ○ „Ronjas Roboter - Roberta“ (https://www.meine-forscherwelt.de/spiel/ronjas-roboter) ○ „Ozobot“ (https://ozobot.com/) ● Webseite mit grundlegenden Informationen über Informatik im Grundschulunterricht ● Link-Liste mit nützlichen Webseiten zur Unterrichtsplanung mit Robotern



Anmerkungen

Das Lernmaterial wird auf zwei Ebenen präsentiert:

- für zukünftige Grundschullehrkräfte (Studierende)
 - für ihre Schüler*innen in der Grundschule
-
- Anstelle von Lernrobotern („Bee-Bot/Blue-Bot“, „Ozobot“) können die Lernenden Erfahrungen mit virtuellen Robotern wie „LightBot“ und „Ronjas Roboter: Roberta“ machen.
 - Anstelle von Marquardt und Autenrieth (2019) kann lediglich eine Definition von CT genutzt werden, z.B. Computational Thinking (ISTE)
<https://id.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>
 - Die Einführung in konzeptionelle Themen in den Sitzungen 1 und 2 kann durch englischsprachige Literatur unterstützt werden (z.B. Kleickmann et al. (2007): Learning environments in primary school science – Scaffolding students’ and teachers’ processes of conceptual development).
 - Anstelle des Videos des Fußball spielenden Roboters (Sitzung 8) gibt es verschiedene (englischsprachige) Alternativen humanoider Roboter auf YouTube, z.B.:
 - Honda's Asimo: the penalty-taking, bar-tending robot:
<https://www.youtube.com/watch?v=QdQL1uWWcI>

- Humanoid Robots Playing Soccer, Part 2: How They Work:
<https://www.youtube.com/watch?v=9ULcsecoZ2g>
- Robot Soccer Goes Big Time:
<https://www.youtube.com/watch?v=KfNRXTS55nY>
- Robots playing Soccer for Robocup 2019 | Sydney, Australia:
<https://www.youtube.com/watch?v=Bam9WzObtfM>
- Falls es nicht möglich ist, den geplanten Unterricht mit einer ganzen Schulklasse auszuprobieren, ist es eine mögliche Alternative diesen mit anderen Kindern, beispielsweise aus der Nachbarschaft oder Geschwistern, auszutesten. Wenn dies ebenfalls nicht möglich ist, kann der Unterricht mit Erwachsenen (z.B. Eltern, Großeltern, Freund*innen, Kommiliton*innen) in der Rolle von Schüler*innen erprobt werden. Es ist auch möglich, nur Teile des geplanten Unterrichts mit kleinen Gruppen auszuprobieren.



Bewertungsanforderungen und -methoden

Abgaben werden auf Moodle hochgeladen und von den Tutor*innen gelesen. Die eingereichten Aufgaben sollten vollständig bearbeitet worden sein. Es gibt sehr offene Aufgabenformate, bei denen es kein „richtig“ oder „falsch“ gibt. Durch den Wechsel von asynchronen Sitzungen mit Aufgaben und Videokonferenzen besteht immer die Möglichkeit, Aufgaben zu besprechen und mögliche Missverständnisse oder Fehlvorstellungen anzusprechen.

Für die Unterrichtsplanungen wurden klare Vorgaben gemacht, die eingehalten werden mussten. Gruppen, die den Anforderungen nicht entsprachen, wurden dazu aufgefordert ihre Planungen zu überarbeiten.

Alle Abgaben wurden nicht benotet.

Nach Abschluss des Seminars wurde eine Klausur geschrieben, in der Aufgaben zum Einsatz von Lernrobotern und zum Unterrichten von CT gelöst werden mussten.

Die Klausur bestand aus vier Aufgaben:

1. Nennen Sie basierend auf Ihren persönlichen Erfahrungen mit den im Seminar vorgestellten Robotern Gründe für oder gegen den Einsatz von Lernrobotern in der Grundschule.
2. Nennen Sie auf Grundlage der im Seminar gelesenen Literatur Aspekt von Computational Thinking.
3. Beschreiben Sie Ihre eigene Unterrichtsplanung aus einer von fünf vorgegebenen Perspektiven. Benennen Sie zwei Probleme, die beim Einsatz eines bestimmten Lernroboters auftreten können.
4. Lesen Sie ein fiktives Szenario, in dem eine Lehrkraft den „LightBot“ in ihrem Unterricht nutzt. Bewerten Sie das Vorgehen der Lehrkraft und benennen Sie einen Aspekt, den Sie anders machen würden..



Ideen für die Umsetzung

- Das Feedback der Studierenden zeigt, dass die ersten Sitzungen, in denen die technischen Grundlagen vermittelt werden, nicht gekürzt werden sollten. Studierende, die mit Informatik, Robotern und CT nicht vertraut sind, benötigen Zeit, um dieses neue Gebiet selbst zu erkunden,

TeaEdu4CT

wie es in den Sitzungen 1 bis 8 geplant ist. Einige Studierenden waren sogar der Meinung, dass mehr Zeit für die Diskussion der Bauteile der Roboter, die in Sitzung 8 integriert war, eingeplant werden sollte.

- Falls mehr als 13 Sitzungen zur Verfügung stehen, sollten mehr Sitzungen zur Planung und Durchführung der Unterrichtsstunden genutzt werden, damit die Studierenden mehr Möglichkeiten haben, den Unterricht zu durchdenken und neue Erfahrungen durch dessen Umsetzung zu sammeln.
- Die Aufgabe zur Unterrichtsplanung ist weit gefasst, um den Studierenden genügend Freiraum für eigene kreative Ideen zu geben. Es ist jedoch möglich diese Aufgabe enger zu fassen, beispielsweise indem eine Vorlage für die Planung vorgegeben wird, sodass die unterschiedlichen Planungen in ihrer Struktur besser vergleichbar sind.



Literatur

- Abend, M., Gramowski, K., Pelz, L. & Poloczek, B. (2017). Coden mit dem Calliope mini. Programmieren in der Grundschule. Lehrermaterial. Berlin: Cornelsen Verlag GmbH.
- Adamina, Marco; Hild, Pitt (2019). Mit Lernaufgaben Kompetenzen fördern. In: Hild, Pitt (Hrsg.), Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.-9. Schuljahr (3. Aufl., 119-134). Bern: Haupt.
- AG Technische Bildung der GDSU (2018). Einblicke in Angebote zur technischen Bildung im Grundschullehramt. Poster präsentiert auf der Jahrestagung der GDSU März 2018.
- Ahlgrimm, Ariane; Binder, Martin; Krekeler, Hermann; Poog, Maria & Christian Wiesmüller (2018). Technikkreis – ein Werkzeug für Fach- und Lehrkräfte, die Kinder beim Lösen technischer Probleme begleiten. In: GDSU Journal Heft 8. Online: www.gdsu.de/gdsu/wp-content/uploads/2018/08/GDSU-Journal_8_web.pdf (Zuletzt aufgerufen am: 24.01.2019).
- Barendsen, E., & Bruggink, M. (2019). Het volle potentieel van de computer leren benutten: over informatica en computational thinking. (translated into German).
- Beinbrech, Christina (2003). Problemlösen im Sachunterricht der Grundschule. Eine empirische Studie zur Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen im Hinblick auf die Förderung des Problemlöseverhaltens im Sachunterricht. Inaugural-Dissertation. Münster.
- Beinbrech, Christina (2015). Problemorientierter Sachunterricht. In: Kahlert, Joachim; Fölling-Albers, Maria; Götz, Margarete & Andreas Hartinger: Handbuch Didaktik des Sachunterrichts, 2. Auflage, S. 398-403.
- Bell, Tim, and Caitlin Duncan. 2018. "Teaching Computing in Primary Schools." In *Computer Science Education Perspectives on Teaching and Learning in School*, edited by Sue Sentance, Erik Barendsen, and Carsten Schulte, 132–50. Bloomsbury Academic.
- Bergner, N., Köster, H., Magenheimer, J., Müller, K., Romeike, R., Schulte, C., & Schroeder, U. (2017). Zieldimensionen informatischer Bildung im Elementar- und Primarbereich. *Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich*. Berlin.
- Best, Alexander; and Uwe Thierschmann. 2016. "Erste Erfahrungen beim Einsatz von Unterrichtsbausteinen zur kooperativen Entwicklung und Erprobung von Informatikstunden an Grundschulen." In: *Mayr, Heinrich C.; Pinzger, Martin (Hrsg.): Informatik von Menschen für Menschen (INFORMATIK 2016)*. Bonn: Köllen, 1161-1164.
- Best, Alexander, and Sarah Marggraf. 2015. "Das Bild der Informatik von Sachunterrichtslehrern. Erste Ergebnisse einer Umfrage an Grundschulen im Regierungsbezirk Münster." In: *Gallenbacher, Jens (Hrsg.): Informatik allgemeinbildend begreifen (INFOS 2015)*. Bonn: Köllen, S. 53-62.
- Binder, Martin (2014): Skript zur Veranstaltung „Technische Bildung in der Grundschule“. URL: <http://docplayer.org/20013699-Skript-zur-veranstaltung-technische-bildung-in-der-grundschule.html> (Zuletzt abgerufen am 04.10.2018).
- Borowski, Christian, Diethelm, Ira & Ana-Maria Mesaroş (2009). Informatische Bildung im Sachunterricht der Grundschule Theoretische Überlegungen zur Begründung. In: [widwestreit-sachunterricht.de/Ausgabe Nr. 15/Oktober 2010](http://widwestreit-sachunterricht.de/Ausgabe%20Nr.%2015/Oktober%202010), aufgerufen am 25.01.2019.
- Curzon, Bell, Waite and Dorling (2019) Computational Thinking. In S. A. Fincher & A. V. Robins (Eds). *The Cambridge Handbook of Computing Education Research*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, [513-546].
- Denning, Peter J. 2009. "The Profession of IT Beyond Computational Thinking." *Communications of the ACM* 52 (6): 28. <https://doi.org/10.1145/1516046.1516054>.
- Dörner, Dietrich (1976). Problemlösen als Informationsverarbeitung. Stuttgart: Kohlhammer.
- Duit, Reinders (2003: Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In Kirchner, E.; Schneider, W. (Hrsg.), *Physikdidaktik in der Praxis* (S. 1-26). Berlin und Heidelberg: Springer.

TeaEdu4CT

- Easterbrook, Steve. 2014. "From Computational Thinking to Systems Thinking." In *The 2nd International Conference ICT for Sustainability (ICT4S), Stockholm*.
- GDSU (Gesellschaft Didaktik des Sachunterrichts) (2013); Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gess, C., Rueß, J. & Deicke, W. (2014). Design-based Research als Ansatz zur Verbesserung der Lehre an Hochschulen – Einführung und Praxisbeispiel. In: QiW 1/2014, S. 10 – 16.
- Gläser, Eva (2013): Kinderzeichnung in Forschung und Unterricht – Möglichkeiten und Grenzen der Interpretation. In: Fischer, Hans-Joachim et a. (Hrsg.): Lernsituationen und Aufgabekultur im Sachunterricht. Bad Heilbrunn, S. 107-114.
- Gläser, Eva & Schomaker, Claudia (2014): Zur aktuellen Situation sachunterrichtsbezogener Studiengänge in den Bundesländern. In: GDSU (Hrsg.): Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft. Bad Heilbrunn, Julius Klinkhardt, S. 43-48.
- Hornung, Malte, and Carsten Schulte. 2011. "Prospective Teachers@Research: CS Teacher Education Revised." In *Proceedings of the 11th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 138–143. Koli Calling '11. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2094131.2094163>.
- Kleickmann, T., Hardy, I., Jonen, A., Blumberg, E. & Möller u. a. (2007). Learning environments in primary school science – Scaffolding students' and teachers' processes of conceptual development. In M. Prenzel (Hrsg.), *Studies on the educational quality of schools. The final report on the DFG Priority Programme* (S. 137-156). Münster: Waxmann Verlag.
- Kleickmann, Thilo, Tröbst, Steffen, Jonen u.a.. 2016. "The Effects of Expert Scaffolding in Elementary Science Professional Development on Teachers' Beliefs and Motivations, Instructional Practices, and Student Achievement." *Journal of Educational Psychology*, 108(1), 21-42.
- Lankes, Eva-Maria (2014): Problemorientiertes Lernen. In: Einsiedler, Wolfgang; Götz, Margarete; Hartinger, Andreas; Heinzel, Friederike; Kahlert, Joachim & Uwe Sanduchs (Hrsg.): *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik*, 4. ergänzte und aktualisierte Auflage, S. 389-393.
- Magenheim, Johannes, Kathrin Müller, Carsten Schulte, Nadine Bergner, Kathrin Haselmeier, Ludger Humbert, Dorothee Müller, and Ulrik Schroeder. 2018. "Evaluation of Learning Informatics in Primary Education." In *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*, 339–53. Springer.
- Mammes, Ingelore. 2008a: "Zur Bedeutung der Professionalisierung von Lehrkräften im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht." In: *Henseler, K.; Hoffmann, K.-H.; Meiners, R. & Reich, G.: Technische Bildung – Quo vadis?* Verlag Dr. Kovac: Hamburg. 147-161.
- Mammes, I. (2008b): "Denkmuster von Lehrkräften als Herausforderung für Unterrichtsentwicklung." Klinkhardt: Bad Heilbrunn.
- Mammes, Ingelore & Zolg, Monika (2015). Technische Aspekte. In Kahlert, J.; Fölling-Albers, M.; Götz, M.; Hartinger, A.; Miller, S.; Wittkowske, S. (Hrsg.). *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. S. 143-149.
- Marquardt, Anja; Autenrieth, Daniel (2019): Neue Formen des digitalen Lernens – fächerübergreifender Unterricht mit dem iPad. In: Thorsten Junge und Horst Niesyto (Hg.): *Digitale Medien in der Grundschullehrerbildung. Erfahrungen aus dem Projekt dileg-SL (Medienpädagogik interdisziplinär Band 12)*, S.60-S.64.
- Medienkompetenzrahmen NRW (2018). Der Medienkompetenz-rahmen NRW. Online: <https://medienkompetenzrahmen.nrw.de/> (abgerufen am: 21.01.2019).
- Meudt, S.-I., Souvignier, E., Hardy u.a. (2017). "Förderung stufenübergreifender Bildungsprozesse: Evaluation eines curriculumbasierten Kooperationsprogramms." *Zeitschrift für Grundschulforschung. Bildung im Elementar- und Primarbereich*, 10(1/2017), 76-90.
- Möller, Kornelia, Tenberge, Claudia, and Uwe Ziemann. 1997. "Barrieren überwinden. Evaluation eines Pilotprojekts im Rahmen der Lehrerfortbildung zur technischen Bildung im Sachunterricht." Münster: Selbstverlag.

TeaEdu4CT

- Möller, K.; Tenberge, C. & Ziemann, U. (1996): "Technische Bildung im Sachunterricht." Selbstverlag: Münster.
- Möller, Kornelia (2007): Genetisches Lernen und Conceptual Change. In: Kahlert, J. et al. (Hrsg.), Handbuch Didaktik des Sachunterrichts (S. 258-266). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Möller, Kornelia & Hans-Peter Wyssen (2018): Technische Entwicklungen und Umsetzungen erschließen – und dabei Schülervorstellungen berücksichtigen. In: Adamina, Marco et al. (Hrsg): „Wie ich mir das denke und vorstelle ...“. Bad Heilbrunn, S. 157-174.
- Pea, R. D. (1986). Language-Independent Conceptual “Bugs” in Novice Programming. *Journal of Educational Computing Research*, 2(1), 25–36.
- Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. In: *Unterrichtswissenschaft*, 33(1), S. 52 – 69.
- Schulte, Carsten (2013): Reflections on the role of programming in primary and secondary computing education. In: Michael E. Caspersen, Maria Knobelsdorf und Ralf Romeike (Hg.): *Proceedings of the 8th Workshop in Primary and Secondary Computing Education. The 8th Workshop in Primary and Secondary Computing Education. Aarhus, Denmark, 11/11/2013 - 11/13/2013.* New York, NY: ACM, S. 17–24.
- Schulte, Carsten, and Lea Budde. 2018. “A Framework for Computing Education: Hybrid Interaction System: The Need for a Bigger Picture in Computing Education.” In *18th Koli Calling International Conference on Computing Education Research (Koli Calling '18)*, 18:10. Koli, Finland: ACM.
- Schulte, Carsten (2019): Modul: Roboter als Social Cyber Physical Things. In: Deutsche Telekom Stiftung (Hg.): *Digitale Kompetenzen in der Jugendarbeit*, S. 55-63.
- Sentance, Sue; Waite, Jane; Kallia, Maria (2019): Teaching computer programming with PRIMM: a sociocultural perspective. In *Computer Science Education* 29 (2-3), S. 136–176.
- Tenberge, Claudia (2002): Persönlichkeitsentwicklung und Sachunterricht. Eine empirische Untersuchung zur Persönlichkeitsentwicklung in handlungsintensiven Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht der Grundschule. Inauguraldissertation. Münster.
- Thuné, Michael; Eckerdal, Anna (2009): Variation theory applied to students’ conceptions of computer programming. In *European Journal of Engineering Education* 34 (4), S. 339–347.
- Wing, Jeannette M. 2008. “Computational Thinking and Thinking about Computing.” *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 366 (1881): 3717–3725.